

城市总体规划区地质灾害危险性评估研究

贺为民¹, 肖丹凤², 翟永田^{1,2}

(1 中国地震局地球物理勘探中心, 郑州 450002; 2 华北水利水电学院, 郑州 450011)

摘要: 以河南省新密市城市总体规划区为例, 结合评估区地质环境条件和地质灾害特征, 进行了地质灾害危险性现状评估。评估区主要地质灾害类型为滑坡、崩塌、泥石流、地面塌陷、地面沉降、地裂缝、河岸塌岸、地面不均匀沉陷。在此基础上, 结合规划建设用地分类, 进行了城市总体规划区地质灾害危险性预测评估和综合评估, 并进行了规划建设用地适宜性评价。指出在城市总体规划区地质灾害危险性评估中, 规划建设用地类别的变化将可能引起地质灾害危险性评估结果的变化, 地质灾害危险性与规划建设用地适宜性并不总是“危险性大区——适宜性差”“危险性中等区——基本适宜”这样简单的对应关系, 评估成果一般难以满足建设用地地质灾害危险性评估的需要。

关键词: 地质灾害; 危险性评估; 适宜性评价; 城市总体规划

中图分类号: TU984.11+6

文献标识码: A

文章编号: 1673-8047(2008) 03-0082-06

Research on Risk Evaluation of Geological Hazards in Urban Planning Areas

He Weimin¹, Xiao Danfeng², Zhai Yongtian^{1, 2}

(1 Geophysical Exploration Center, China Earthquake Administration, Zhengzhou 450002, China;

2 North China University of Water Conservancy and Electric Power, Zhengzhou 450011, China.)

Abstract: The urban planning area in the city of Xinmi, Henan Province is taken as an example. Combined with geological environment factors and geological hazard features in the evaluation region, the situation of geological hazard is evaluated. The main types of geological hazards in the evaluation region are landslide, falling-slide, debris flow, land collapse, land subsidence, ground fissure, river bank caving and inhomogeneous subsidence of ground. On the basis of above-mentioned work, combined with the classification of planning construction land, forecast evaluation and comprehensive evaluation about the risk of geological hazards in the urban planning areas are made, and the feasibility estimation of the plan construction land is made. It is pointed out that in the risk evaluation of geological hazards of urban planning areas, the change of planning construction land type will possibly result in the change of risk evaluation conclusions of geological hazards, there is not always the simple correspondence relation of “big-risk region—bad amenity” and “middle-risk region—ordinary amenity” between the risk of geological hazards and amenity of the planning construction land. The risk evaluation result of geological hazards of urban planning areas can not generally meet the requirement of risk evaluation of geological hazards of construction land.

Keywords: geological hazard; risk evaluation; amenity estimation; general urban plan

前言

地质灾害危险性评估可分为建设用地地质灾害危险性评估和规划区地质灾害危险性评估两大类。自 2000 年我国实行地质灾害危险性评估工作

以来, 建设用地地质灾害危险性评估的研究文献较多^[1-5], 还有专著出版^[6], 而针对城市总体规划区地质灾害危险性评估的文献很少。城市总体规划区地质灾害危险性评估一般具有城市用地类别齐全、评

收稿日期: 2008-02-26

作者简介: 贺为民 (1965-), 男, 博士, 高级工程师, 首批注册土木工程师 (岩土), 主要从事岩土工程勘察和地质灾害防治工作。

估区面积大、地质环境条件比较复杂、地质灾害类型比较多、评估级别高、评估结果直接影响城市总体规划等特点。本文介绍了河南省新密市城市总体规划区地质灾害危险性评估的主要内容和方法,总结了城市总体规划区地质灾害危险性评估的一些特点,对类似评估工作具有参考意义。

1 城市总体规划区概况

新密市城市总体规划区位于河南省中部,规划用地包括一类和二类居住用地、行政办公用地、商业金融用地、市场用地、文化娱乐用地、体育设施用地、医疗卫生用地、教育科研用地、文物古迹用地、一类、二类和三类工业用地、仓储用地、市政设施用地、广场用地、特殊用地、公路、铁路和城市道路用地等城市建设用地,以及山地公园、公共绿地、生产防护绿地、生态林地等等。规划区面积 77.6km^2 ,依据文献[7],其建设项目重要性分类为重要建设项目。

根据文献[8],依据地质灾害类型、来源、影响范围及其地质环境条件,结合规划项目的特点,确定本次评估区范围为:北部基本以丘陵局部分水岭为界(外扩约1000m),东南、西南和南部煤矿区以规划区边界外扩500m为界,其他地方外扩100m为界。评估区面积为 97.2km^2 。

2 地质环境条件

2.1 气象、水文

评估区属大陆性温暖带季风气候区。根据河南省气象档案馆资料(1960~2003),评估区累年平均气温 14.5°C ,极端最高气温 42°C ,极端最低气温 -15.8°C ,无霜期223天。累年平均降水量659.6mm,年最大降水量973.9mm,年最小降水量396.8mm,最大日降水量154.4mm,最大1小时降水量97.1mm。累年平均蒸发量1818.7mm,年最大蒸发量2123.2mm,最小蒸发量1612.4mm。主导风向为西北风,全年平均风速2.2m/s。

评估区河流属淮河水系。颍水河在评估区的西南部穿过,后经贾鲁河流入淮河。颍水河河床宽100~300m,常年流量 $0.1\sim 0.3\text{m}^3/\text{s}$,最大洪水量为 $1500\text{m}^3/\text{s}$ 。地表径流量随季节变化,夏秋季节流量较大。

评估区内有多条冲沟,总体走向南北向,为排洪通道和排污水通道。

2.2 地形地貌

评估区大部分为侵蚀剥蚀丘陵,地形复杂,外貌呈残丘状,海拔高程200~494.8m。冲沟发育,多呈“U”字型,冲沟宽度约20~400m,切割深度约10~40m。森林覆盖率高。

评估区中西部为山建冲洪积倾斜平原,海拔高程在230~320m。冲沟较发育,切割深度2~10m。森林覆盖率高。

2.3 地质构造与地震

评估区主要出露寒武系(C)、奥陶系(O)、石炭系(C)、二叠系(P)、晚第三系(N)和第四系(Q)地层。地质构造较复杂,主要为近东西向开阔的背斜、向斜及伴生的断裂(非活动断裂)。

根据历史地震资料^[9],距评估区较近的两次历史地震为河南巩义 $4\frac{3}{4}$ 级地震和河南荥阳贾峪5级地震。历史地震对评估区的影响烈度小于VI度。评估区抗震设防烈度为VII度^[10]。

2.4 岩土工程地质性质

评估区岩土体可划分为较坚硬的厚层状石灰岩岩组,较软的砂岩、页岩岩组,松散的亚砂土、亚粘土岩组。石灰岩岩组出露于评估区北部,隐伏于评估区南部。岩体总体完整、致密、坚硬,但岩溶较发育。岩石单轴抗压强度85~140MPa,软化系数大于0.8。

砂岩、页岩岩组在评估区零星出露,隐伏于评估区中南部。岩体一般较完整,具软弱夹层。岩石单轴抗压强度为65~110MPa,软化系数0.75~0.94。

亚砂土、亚粘土岩组出露于评估区中南部,厚度差异较大,岩土天然地基承载力特征值为80~180kPa。

2.5 工程水文地质条件

评估区内地下水可划分为松散岩类孔隙水、碎屑岩类孔隙裂隙水和碳酸盐岩岩溶裂隙水三种类型,工程水文地质条件一般。松散岩类孔隙水含水层主要为第四系亚粘土、砂砾石层,具有明显的上细下粗二元结构,在评估区西南部颍水河河谷附近单井涌水量曾达 $1000\sim 3000\text{m}^3/\text{d}$ 。目前因受煤矿疏干排水的影响,水位下降,水量变小,水质受到污染。评估区其他地段松散岩类孔隙水贫乏。

碎屑岩类孔隙裂隙水含水层主要为二叠系、晚第三系的砂岩、页岩。由于粘土岩夹层存在,富水性较差,富水程度差别较大。矿山开采对地下水疏

干,使其富水程度变差,单井涌水量 $10\sim 50\text{m}^3/\text{d}$ 。

碳酸盐岩岩溶裂隙水含水层主要为寒武系、奥陶系和石炭系灰岩,局部夹薄层页岩、砂岩等。岩溶裂隙一般在地表以下 300m 范围内较发育,水量丰富,承压性强。单井涌水量 $500\sim 1000\text{m}^3/\text{d}$ 。评估区生活及工农业用水主要开采该层地下水。

评估区地下水主要由大气降水入渗补给、河水及地下水径流补给。地下水排泄主要是侧向径流排泄、垂直径流排泄、矿山疏干和人工开采地下水。特别是煤矿开采疏干地下水,已在采煤区形成了降水漏斗。

2.6 人类工程活动对地质环境的影响

评估区内与地质灾害关系密切的人类工程活动主要是煤炭、铝土、水泥灰岩、石材等矿产的开采以及削坡挖方等。

地下煤矿主要分布于西南部、南部和东南部,主要开采二₁煤层,开采深度 $150\sim 400\text{m}$ 。煤层顶板一般为砂质泥岩、泥岩,直接底板为砂质泥岩、泥岩夹细砂岩,老底为灰岩,部分煤层顶板为再生顶板,泥质胶结,稳定性差。煤矿采用立井开采,开拓方式为走向长壁法,落煤工艺采用炮采与手镐相结合,全部垮落管理顶板。煤炭开采破坏地质环境的人类工程活动强烈。

地下铝土矿主要分布于中西部、南部,可分为两类,一类为小型铝土矿,开采深度 100m 左右,全部垮落管理顶板;另一类为小窑开采,小窑立井深度大约为 $20\sim 60\text{m}$,手镐开采,全部垮落管理顶板。地下铝土矿开采破坏地质环境的人类工程活动强烈。

露天水泥灰岩、石材主要分布于北部,露天铝土矿散布于评估区内。这些露天矿开采破坏地质环境的人类工程活动较强烈。

评估区内削坡修路、开挖窑洞、在边坡上堆积土石方或垃圾等活动破坏地质环境的人类工程活动一般。

综上,依据文件[8],评估区地质环境条件复杂程度为复杂,地质灾害危险性评估级别为一级。

3 地质灾害危险性现状评估

根据文献[8]规定,纳入地质灾害危险性评估的灾种为滑坡、崩塌、泥石流、地面塌陷(含矿山采空塌陷和岩溶塌陷)、地裂缝、地面沉降等。结合本次规划项目的特点,增加地面不均匀沉降和河岸

塌岸灾种的评估。分灾种进行地质灾害危险性现状评估如下。

3.1 滑坡

调查发现滑坡点 1 处,为土质滑坡,位于冲沟边。滑体长度 8m、宽度 18m、厚度 3m,体积 432m^3 。滑体后缘有地裂缝,缝宽 0.23m。主要诱发因素为暴雨。主要危害对象为乡村道路交通、行人安全以及耕地,未造成人员伤亡,危害程度小。现状评估滑坡灾害危险性小。

3.2 崩塌

调查发现崩塌点 29 处,可分为两类,一类为土体崩塌,主要分布于冲沟边、道路旁,崩塌体体积 $10\sim 200\text{m}^3$ 。岩性主要为粉质粘土、粘土以及块石。主要诱发因素为暴雨、人工削坡、开挖窑洞等。另一类为岩体崩塌,主要分布于露天采矿形成的矿坑侧壁、冲沟边和公路旁,崩塌体体积 $50\sim 500\text{m}^3$ 。岩性主要为灰岩、页岩。主要诱发因素为露天采矿、爆破、人工削坡、暴雨等。现状条件下崩塌规模小,主要危害对象为农田、林荒地、道路和少量旧民房,未造成人员伤亡,危害程度小。现状评估崩塌灾害危险性小。

3.3 矿山采空塌陷

调查发现煤矿采空塌陷点 18 处,在地表表现为开采塌陷盆地,多为碟形洼地,剖面形态为缓漏斗状,盆地中心深度 $0.5\sim 10.0\text{m}$,平均约 5m,边缘与非塌陷区逐渐过渡,其间没有明显的界线,伴生大量地裂缝。塌陷盆地平面形态多为长条形,其次为方形或近圆形,面积 $0.008\sim 1.9\text{km}^2$ 。部分塌陷盆地已成为池塘、湿地。煤矿采空塌陷主要危害是破坏居民房屋、基础设施和耕地,造成大量农田毁坏或减产,部分居民被迫搬迁。因此,在居民区和基础设施区煤矿采空塌陷危害程度大,现状评估煤矿采空塌陷灾害危险性大;在农田区煤矿采空塌陷危害程度中等,现状评估煤矿采空塌陷灾害危险性中等。

调查发现铝土矿采空塌陷点 55 处,其塌陷坑平面上一般呈圆形,塌陷坑直径 $15\sim 240\text{m}$,深度为 $5\sim 20\text{m}$,并在塌陷坑周围伴生有地裂缝。铝土矿采空塌陷单坑面积不大,但数量较多,分布较广。铝土矿采空塌陷主要危害是毁坏农田、林地等,目前还没有危及民房和工程设施,危害程度小。现状评估铝土矿采空塌陷灾害危险性小。

3.4 河岸塌岸

调查发现河岸塌岸点1处,为土质塌岸。塌岸体长12m、宽2m、高1.5m,体积 36m^3 。主要诱发因素为暴雨和河水冲蚀、浸蚀。主要危害对象为乡村道路和耕地,未造成人员伤亡,危害程度小。现状评估河岸塌岸灾害危险性小。

3.5 地面不均匀沉陷

调查发现地面不均匀沉陷点2处,均位于填方区,一处位于门卫房旁,宽约10m,长约20m,沉陷深度约0.1~0.2m,伴生有地裂缝。另一处位于道路上,不均匀沉陷段长度约130m,宽度约10m,沉陷深度约0.2m,伴生有地裂缝。主要是回填土质量不高,在自重和外荷载作用下填土压缩固结使地面不均匀沉陷。其规模小,主要危害对象为乡村道路和次要建筑,危害程度小。现状评估不均匀沉陷灾害危险性小。

4 地质灾害危险性预测评估

地质灾害危险性预测评估包括工程建设引发、加剧地质灾害危险性的预测和工程建设本身可能遭受地质灾害危险性的预测两个方面,篇幅所限,一并叙述。

4.1 工程建设加剧、遭受滑坡、崩塌灾害危险性的预测

评估区地层产状较平缓,天然状态下岩质边坡稳定;土质边坡较陡,稳定性较差。工程建设存在加剧或遭受滑坡、崩塌灾害的可能性,主要表现在:①削坡挖方形成的高、陡边坡;②在冲沟、矿坑附近堆积土石方或建筑加载;③在横跨冲沟修建道路等工程时,填方堵塞冲沟排洪通道造成的积水;④工程建设开挖深基坑;⑤下覆倾斜基岩面上的建筑加载。总之,评估区内工程建设存在加剧、遭受滑坡、崩塌灾害的可能性,其规模不大,但危害到人员、交通以及其他建设设施的安全,其危害程度中等,危险性中等。

4.2 工程建设引发、遭受泥石流灾害危险性的预测

评估区冲沟发育,冲沟长达6~10km。在削坡修路、平整土地的过程中,挖出的土石方堆弃在这些冲沟边坡上,个别地段还堆积有建筑垃圾和生活垃圾,这为泥石流的产生创造了物质条件。但这些松散堆积物数量较少,分散分布。冲沟内绿化较好,基本没有建筑物。因此,上述工程建设存在引发、遭受泥石流灾害的可能性,其危险性小。

4.3 工程建设引发、遭受岩溶塌陷灾害危险性的预测

评估区内水厂水井分布分散,大部分开采深层地下水,地下水位的升降变化引发岩溶塌陷的可能性小。因此,水厂建设引发岩溶塌陷灾害危险性小。

评估区浅层岩溶发育不均匀,个别地段较发育,大部分地段弱发育。通过调查访问,仅有一项高层建筑对岩溶做了专门工程处理。因此,工程建设本身可能遭受岩溶塌陷灾害危险性小。

4.4 工程建设加剧、遭受矿山采空塌陷灾害危险性的预测

评估区内采空区和塌陷区目前均处于不稳定状态,在采空区和塌陷区内及其附近的工程活动或建筑物加载必然会加剧矿山采空塌陷的进一步发展,并对拟建工程设施造成危害。因此,工程建设加剧矿山采空塌陷(煤矿、铝土矿)灾害的危害程度为中等,危险性为中等。

矿山采空塌陷(煤矿、铝土矿)将对规划区内的地面建筑、村庄、居民、耕地、公路、铁路、电力和地下管线等基础设施造成破坏。因此,工程建设可能遭受矿山采空塌陷(煤矿、铝土矿)灾害危险性大。

煤矿采空塌陷影响范围的圈定,采用文献[11][12]所述的方法,计算获得评估区西南部煤矿为开采边界线以外252~298m,评估区东南部煤矿为开采边界线以外193~203m,本次评估煤矿采空塌陷影响范围西南部煤矿取开采边界线以外350m,东南部煤矿取开采边界线以外250m。类似地,参照上述方法确定铝土矿采空塌陷影响范围为矿区开采边界线以外200m。

4.5 工程建设引发、遭受地面沉降灾害危险性的预测

评估区内水厂主要开采深层岩溶水,水井较多,分布分散,该含水层水量丰富,水厂开采地下水引发地面沉降灾害不明显,其危险性小。

在评估区南部,第四系堆积物具有一定厚度,原地下水位较浅,位于降水漏斗区。工程建设本身存在遭受地面沉降灾害的可能性,其危险性小。

4.6 工程建设引发、遭受地裂缝灾害危险性的预测

评估区内矿山采空区目前处于不稳定状态,工程建设中在建筑荷载作用下将引发地裂缝,并使建筑本身遭受危害。评估区内冲沟发育,还存在大量

露天采矿坑,单坑面积大,深度也较大,在这些地方进行工程建设时不易保证回填土的质量,在建筑荷载作用下也易引发地裂缝,并使建筑本身遭受危害。总之,工程建设引发地裂缝灾害的危害程度中等,危险性中等。工程建设本身在采空区及其附近遭受地裂缝灾害危险性大,在冲沟区和露天采矿坑区遭受地裂缝灾害危险性中等。

4.7 工程建设加剧、遭受河岸塌岸灾害危险性的预测

评估区内多条冲沟被规划为河谷水域。这些冲沟大部分地段为土质河岸,随着河谷水量的增加,在河水的冲蚀、浸蚀作用下易发生河岸塌岸,对河岸及近岸建筑设施造成危害。因此,工程建设加剧、遭受河岸塌岸灾害危害程度为中等,危险性为中等。

4.8 工程建设加剧、遭受地面不均匀沉陷灾害危险性的预测

如前所述,在冲沟和露天采矿坑区,工程建设中回填土质量不易保证,在建筑荷载作用下必然引发不均匀沉陷,并使建筑本身遭受危害。因此,工程建设在填土区加剧、遭受地面不均匀沉陷灾害的危害程度中等,危险性中等。

评估区内中北部第四系地层埋深浅,其下覆基岩面起伏不平,可能使工程建设的地基成为不均匀地基,从而使建筑设施地基产生不均匀沉陷,但在工程上比较容易处理。因此,工程建设本身在这些地段可能遭受地面不均匀沉陷灾害的危险性小。

5 地质灾害危险性综合评估和规划建设用地适宜性评价

在现状评估和预测评估的基础上,结合规划建设用地分类,根据“以人为本”和“区内相似,区际相异”的原则^[4, 8],按照地质灾害危险性分级标准^[8],将城市总体规划区地质灾害危险性划分为危险性大区(含 III₁、III₂区)、危险性中等区(含 II₂、II₃、II₄区)、危险性小区(I区),并进行了规划建设用地适宜性评价,分述如下。

I区主要分布于规划区内平缓区,工程建设将引发、加剧或遭受崩塌、地面不均匀沉陷、地裂缝、岩溶塌陷等地质灾害,综合评估为地质灾害危险性小区。该区适宜作为城市建设用地、公共绿地、生产防护绿地等,但应针对工程建设引发或遭受的地质灾害采取必要的防治措施。

II₁区主要分布于规划区内残丘区,工程建设将引发、加剧或遭受滑坡、崩塌、地面不均匀沉陷、地裂缝、泥石流、地面塌陷、地面沉降等地质灾害,综合评估为地质灾害危险性中等区。该区基本适宜作为山地公园、公共绿地、生产防护绿地和生态林地,应采取工程措施和监测预警措施进行防治。

II₂区主要分布于规划区内冲沟区,工程建设将引发、加剧或遭受滑坡、崩塌、河岸塌岸、泥石流、地面采空塌陷、地裂缝、地面不均匀沉陷、地面沉降等地质灾害。综合评估为地质灾害危险性中等区。该区基本适宜作为公共绿地,适宜作为生产防护绿地和生态林地,应采取工程措施和监测预警措施进行防治。

II₃区主要分布于规划区内地形起伏区,工程建设将引发、加剧或遭受崩塌、地面不均匀沉陷、地裂缝、铝土矿采空塌陷、岩溶塌陷、地面沉降等地质灾害。综合评估为地质灾害危险性中等区。该区基本适宜作为城市建设用地,适宜作为公共绿地、生产防护绿地和生态林地,应采取必要的工程措施和监测预警措施进行防治。

II₄区主要分布于规划区内已关闭矿山(煤矿、铝土矿)开采区附近,工程建设将引发、加剧或遭受矿山采空塌陷、地裂缝、崩塌、地面不均匀沉陷、河岸塌岸、地面沉降等地质灾害。综合评估为地质灾害危险性中等区。该区适宜作为生产防护绿地和生态林地,在探明为非塌陷区或留有足够安全煤柱(矿柱)前提下基本适宜作为城市建设用地,应采取工程措施和监测预警措施进行防治。

III₁区主要分布于正在开采的矿区(煤矿、铝土矿)及其周围,工程建设将引发、加剧或遭受矿山采空塌陷、地裂缝、崩塌、河岸塌岸、泥石流、地面不均匀沉陷、地面沉降等地质灾害。综合评估为地质灾害危险性大区。该区作为城市建设用地适宜性差,应采取避让措施。基本适宜作为生产防护绿地和生态林地,并应采取工程措施、监测预警措施进行防治。

III₂区主要分布于规划区内已关闭的矿山(煤矿、铝土矿)开采区及塌陷区,工程建设将引发、加剧或遭受矿山采空塌陷、崩塌、地裂缝、地面不均匀沉陷、河岸塌岸、泥石流、地面沉降等地质灾害。综合评估为地质灾害危险性大区。该区作为城市建设用地适宜性差,应采取避让措施。对避让确有困难的,在探明塌陷稳定性后应采取相应的工程

措施、监测预警措施进行防治。基本适宜作为生产防护绿地和生态林地,应采取工程措施、监测预警措施进行防治。

结束语

(1)城市总体规划区地质灾害危险性评估一般具有城市用地类别齐全、评估区面积大、地质环境条件比较复杂、地质灾害类型比较多、评估级别高、评估结果直接影响城市总体规划等特点。

(2)在城市总体规划区地质灾害危险性评估中,现状评估时,当地质灾害强发育而危害程度小时,其地质灾害危险性可以划分为小级;但在综合评估时,只要是地灾害强发育区就应划分为危险性大区,以便合理规划用地类别。

(3)在城市总体规划区地质灾害危险性预测评估和综合评估中,同一地段不同的规划用地类别将可能导致不同的地质灾害危险性分级和分区结果。

(4)在规划建设用地适宜性评价中,地质灾害危险性 with 规划建设用地适宜性并不总是“危险性大区——适宜性差”、“危险性中等区——基本适宜”这样的对应关系,应结合规划用地类别进行评价。

(5)在城市总体规划区地质灾害危险性评估中,因为评估区面积较大,野外调查底图和成果图件比例尺较小,对具体建设项目缺乏针对性,评估成果一般难以满足建设用地地质灾害危险性评估的需要。

参考文献

- [1] 左三胜,赵志祥. 建设用地地质灾害危险性评估的初步研究[J]. 灾害学, 2004(2): 47-50
- [2] 金德山. 建设用地地质灾害危险性评估中几个问题的思考[J]. 中国地质灾害与防治学报, 2004, 15(4): 101-103
- [3] 胡卸文. 水利水电工程建设用地地质灾害危险性评估中的若干技术问题探讨[J]. 水文地质工程地质, 2007(1): 126-128
- [4] 贺为民. 黄土地区灰渣库地质灾害危险性评估[J]. 防灾科技学院学报, 2007, 9(2): 58-62
- [5] 徐小飞, 马东涛, 孟国才等. 滇藏公路类乌齐—俄洛桥段地质灾害危险性评估及分区[J]. 中国地质灾害与防治学报, 2007, 18(9): 19-24
- [6] 侯金武, 殷跃平, 颜宇森. 西气东输管道工程地质灾害危险性研究[M]. 北京: 中国大地出版社, 2005
- [7] 河南省国土资源厅(豫国土资发[2004]123号文件). 河南省国土资源厅关于进一步加强地质灾害危险性评估工作的通知[Z]. 2004-06-28
- [8] 中华人民共和国国土资源部(国土资发[2004]69号文件). 国土资源部关于加强地质灾害危险性评估工作的通知及其附件1——地质灾害危险性评估技术要求(试行)[Z]. 2004-03-25
- [9] 《中国地震简目》汇编组. 中国地震简目[R]. 1988
- [10] 中华人民共和国国家标准编写组. 建筑抗震设计规范(GB50011-2001)[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2001
- [11] 吴志羲, 汪景武, 高文礼等. 煤矿矿井采矿设计手册(上册)[M]. 北京: 煤炭工业出版社, 1982
- [12] 国家煤矿工业局. 建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规程[S]. 北京: 煤炭工业出版社, 2000: 78-116